

一起多重转换性故障的调查与分析

唐海军, 杨承卫

(常德电业局, 湖南 常德 415003)

摘要: 通过对保护动作报告和故障录波信息的分析, 揭示了 110 kV 线路跳线烧断导致线路单相接地、母线三相短路和 C 相断线等多重转换性故障的发生、发展过程。同时, 为保护装置的改进和完善提出了一些建议。

关键词: 多重转换性故障; 故障录波; 保护装置

中图分类号: TM773 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2004)24-0069-03

0 引言

2003 年 11 月 10 日, 某城区 110 kV 电网发生了一起线路单相断线、接地, 变电站母线断线接地、相间短路等多重转换性故障。由于当时故障点较多, 几套保护装置动作跳闸, 加上保护及故障录波装置时钟不准确, 一时难以分清事故的发生、发展过程。本文通过对事故现场有关保护及故障装置动作行为的研究、分析, 理清了事故的发生、发展过程, 为分清事故的真正原因, 划清责任提供了可靠的依据, 并对继电保护装置研制、生产厂商提出了改进意见。

1 故障现象调查

故障发生时, 有关变电站及系统接线简图如图 1 所示。图上所有开关均处于合闸运行位置, 并根据运行方式安排, 德山变 #2 主变器 220 kV、110 kV 侧中性点接地。

经巡线检查发现如下故障点: 东武线 P_{11} 号杆处 (故障点 K_1) 架空地线、 P_{13} 号杆处 (故障点 K_2) C 相跳线烧断; 东郊变 502 开关出线 C 相与 110 kV 母线连接处 (故障点 K_3) 烧脱, 并掉在 A、B 两相上, 形

成三相短路后, 最终使 C 相烧断线。

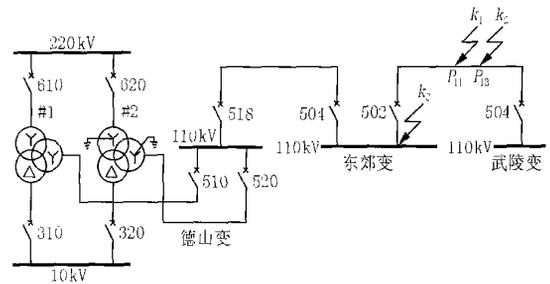


图 1 故障发生时的有关变电站及系统接线简图

Fig. 1 Diagram of concerned substation and system connection when fault occurs

2 保护定值、故障报告及故障录波

东郊变 502、504 开关均采用 CSL160B 系列微机保护装置, 德山变 518 开关采用常规保护装置, 且德山变 610、620 开关配备了故障录波装置。事故发生时, 保护装置的定值、故障报告, 故障录波装置的录波图如下。

2.1 保护定值

三套保护装置的定值清单, 如表 1 所示。

表 1 三套保护装置的定值 (CT 变比均为 600/5)

Tab. 1 Definite value of three protection units (ratio of CT is 600/5)

开关编号及 保护形式	东郊变 502 开关 (微机保护)		东郊变 504 开关 (微机保护)		德山变 518 开关 (常规保护)	
	电流定值/A	时间定值/s	电流定值/A	时间定值/s	电流/阻抗定值	时间定值/s
A ₀ (零序 1 段)	46	0	28	0	50A	0
A ₀ (零序 2 段)	7	1	5	0.5	10 A	1
A ₀ (零序 3 段)	1.5	1.5	1	1	2 A	2
Z (距离 2 段)					1.6	1.5
ZCH (重合闸)	无压	3.5	同期	3.5	无压	3

2.2 故障报告

1) 东郊变 502 开关保护动作报告

TIME 20:06:26
 1002 I₀₂CK (零序 段出口)
 1073 BHQDCH (保护启动重合闸)
 4575 CHCK (重合闸出口)
 CJZK X=0.15,R=0.14,CN
 CJ L=2.37,CN
 TIME 20:06:27

NO.	I _a	I _b	I _c	3I ₀	U _a	U _b	U _c	3U ₀	U _x
590	-0.3	0.3	-33.7	-39.7	-2.4	77.8	-14.8	-108.6	3.7
591	-1.6	2.8	-48.7	-49.7	-45.3	83.8	-12.2	-47.0	-40.8
592	-2.6	2.8	-46.5	-46.6	-74.8	66.3	-7.2	25.5	-72.8
593	-2.8	2.9	-31.2	-31.1	-87.9	33.7	-0.7	93.6	-87.1
594	-2.3	2.1	-7.4	-7.5	-75.4	-10.4	6.4	135.2	-77.8
595	-1.4	1.3	18.2	18.2	-42.9	-52.8	13.9	140.1	-46.2
596	-0.2	0.2	38.9	38.9	1.4	-78.4	14.8	107.3	-3.7

2) 东郊变 504 开关保护动作报告

TIME 19:30:48
 0027 ZKQD,X=-0.10,R=-0.14,CN
 7030 I₀₁CK (零序 段出口)
 7105 BHQDCH (保护启动重合闸)
 CJZK X=-0.25,R=-0.21,CN
 CJ L=5.59,CN
 TIME 19:30:55

NO.	I _a	I _b	I _c	3I ₀	U _a	U _b	U _c	3U ₀	U _x
4206	37.2	-2.1	-0.1	35.7	-8.5	-8.1	-8.6	44.5	-6.1
4207	12.1	24.5	-0.1	37.1	-5.2	-4.9	-5.2	26.8	-2.1
4208	-15.0	43.7	-0.2	29.1	-0.6	-0.3	-0.7	2.1	2.5
4209	-38.5	52.1	-0.1	13.8	4.3	4.4	4.2	-22.0	7.1
4210	-53.2	47.0	-0.2	-6.2	7.9	8.2	7.9	-41.4	9.8
4211	-54.8	29.2	0.0	-25.8	9.7	9.9	9.7	-49.6	10.4
4212	-42.7	3.2	-0.2	-39.5	8.4	8.8	8.5	-43.9	7.8

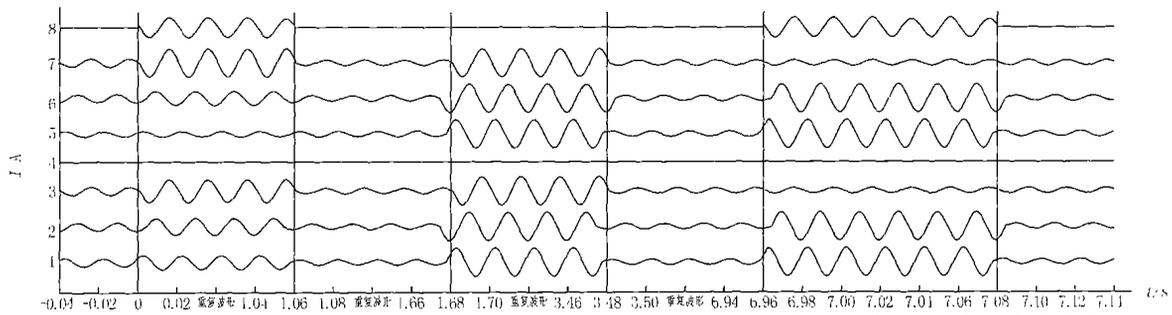
3) 德山变 518 开关保护动作情况

518 开关距离 段动作跳闸,重合闸动作,后加速出口再次跳闸,具体动作时间不详。

表 2 故障前两个周波至故障后八个周波电流有效值

Tab.2 Effective values of current at the two cycles before fault and eight cycles after fault

	610 I _a /A	610 I _b /A	610 I _c /A	610 I ₀ /A	620 I _a /A	620 I _b /A	620 I _c /A	620 I ₀ /A
1	1.529	1.539	1.559	0.080	1.534	1.542	1.555	0.101
2	1.539	1.539	1.542	0.080	1.538	1.542	1.550	0.086
3	2.136	4.298	6.176	0.080	1.202	2.343	8.172	5.901
4	2.032	4.398	6.082	0.080	1.334	2.555	7.964	5.596
5	2.100	4.429	6.108	0.080	1.412	2.616	7.973	5.516
6	2.162	4.452	6.161	0.080	1.478	2.658	7.991	5.479
7	2.209	4.492	6.170	0.091	1.510	2.699	8.002	5.440
8	2.253	4.487	6.227	0.091	1.544	2.706	8.031	5.418
9	2.279	4.508	6.219	0.080	1.560	2.721	8.040	5.412
10	2.280	4.515	6.228	0.080	1.546	2.721	8.035	5.406



说明: 图中, 横轴(时间轴) 每小格代表 4ms, 波形相同部分用“重复波形”字样说明, 不再一一画出。另外, 横坐标 0s 处为故障录波启动时刻。
 曲线 1 代表 610 I_a 波形 曲线 2 代表 610 I_b 波形 曲线 3 代表 610 I_c 波形 曲线 4 代表 610 3I₀ 波形
 曲线 5 代表 620 I_a 波形 曲线 6 代表 620 I_b 波形 曲线 7 代表 620 I_c 波形 曲线 8 代表 620 3I₀ 波形

图 2 德山变 610、620 开关三相电流故障录波图

Fig. 2 Fault wave record of 610 and 620 switches three-phase current in Deshan substation

2.3 故障录波

德山变 #1、#2 主变压器 220 kV 侧 610、620 开关故障前后三相电流有效值变化情况如表 2 所示。故障录波图如图 2 所示(启动时间:2003 年 11 月 10 日,17:33:43.552)。

3 故障分析

事发后,在对两站继电保护及录波装置进行检查、收取相关动作报告时,发现东郊变两套微机保护和德山变故障录波装置时钟均不准确,且三者相差

甚远,这给当时现场的事故分析判断带来了一定的麻烦。事后通过对保护定值、故障报告、故障录波及运行人员情况反应四者的综合分析,终于查清事故的发生、发展过程。

从德山变故障录波图可以看出,在时间 0 s(故障发生时间),110 kV 系统有 C 相接地故障。根据东郊变 502 开关保护动作报告看,故障点应该在东武线 K_1 处,理由为: 根据 502 开关保护定值和采样报告,其 $3I_0$ 二次值达到 35 A,符合零序一段保护启动的条件; 502 开关保护因感受到的故障与德山变故障录波装置感受到的故障相同,其启动时间应该相近,经过 1 s 零序一段延时时间(见其定值)至保护出口,到 502 开关 1.060 s 跳闸(包含开关操作机构固有动作时间)故障切除与故障录波波形相吻合。故障点 K_2 处线路 C 相跳线烧断,造成线路三相磁势不平衡,引起地线感应电势,经故障点 K_1 处接地间隙对大地放电,架空地线烧断并掉落于线路 C 相上,是引起线路 C 相接地的直接原因。

东武线 C 相接地未切除时,故障点 K_3 处流经短路电流导致发热,并即将烧断,又从德山变故障录波图可以看出,在东郊变 502 开关跳闸切除故障,重合闸启动计时间期间的 1.680 s,东郊变 110 kV 母线 C 相掉落在 A、B 相上,形成三相短路(最终将 C 相烧断线),德山变 518 开关感受到的阻抗经计算为二次值 1.45,符合距离一段保护启动的条件,经过 1.5 s 距离一段延时时间(见其定值)至保护出口,到 518 开关 3.480 s 跳闸(包含开关操作机构固有动作时间)东郊变母线故障切除,518 开关重合闸启动计时。4.575 s(见东郊变 502 开关保护动作报告)东郊变 502 重合成功(此时德山变 518 开关还未重合)。6.96 s,德山变 518 开关重合,因此时重合于东郊变 A、B 两相短路,C 相断线,所以后加速出口。德山变 518 开关重合后,东郊变 504 开关保护因其 110 kVPT 二次 U_a 、 U_b 、 U_c 电压均小于 8 V,感受到 PT 断线,按定值要求控制字 KG2 为 EE13,即当 PT 断线时退出零序方向元件,因此,其零序一段保护动作出口,几

乎与德山变 518 开关后加速同时跳闸,因其重合闸动作于检同期,而此时德东线无压,所以,重合闸未出口。

4 结束语

东郊变 502、504、德山变 518 开关保护装置的动作行为均正确无误,为防止事故的进一步扩大发挥了至关重要的作用,但也有如下需要改进和完善的地方。

1) 德山变 110 kV 部分应装设微机故障录波装置,以便准确直观地反映故障量,为事故分析提供更加直观的证据。

2) 东郊变微机线路保护及德山变故障录波装置时钟不准,且不带 GPS 天文时钟,对事故调查分析不利,特别是对这种连续的重复性故障的调查分析,时钟显得相当重要。保护及自动装置研制、生产厂商今后应特别注意这一问题。

3) 东郊变微机线路保护装置判“PT 断线”的判据不全面,应增加“有电流,且小于最大负荷电流”这个判据,这样才能判为“PT 断线”。有了这个判据,在上述故障情况下,东郊变 504 开关保护就不会失去方向而动作出口。

参考文献:

- [1] 王梅义(WANG Mei-yi). 高压电网继电保护运行技术(The Operating Technique of Relay Protection in HV Power Net) [M]. 北京:电力工业出版社(Beijing:China Electric Power Press),1980.

收稿日期: 2004-04-16; 修回日期: 2004-05-16

作者简介:

唐海军(1963-),男,高级工程师,长期从事电力系统继电保护及自动化工作; E-mail: xiacong@rednet.com.cn

杨承卫(1965-),男,高级工程师,长期从事电力系统电气设计及自动化工作。

Investigation and analysis of a multiplex-translating fault

TANG Hai-jun, YANG Cheng-wei

(Changde Electric Power Bureau, Changde 415003, China)

Abstract: By the analysis of protection operation report and fault wave record, the occurring and developing course of multiplex-translating fault such as single-phase grounding, three-phase short circuit and C phase disconnection, caused by 110 kV line jumper burnt out, are analysed. Some improving suggestions for protection unit are put forward in this paper at the same time.

Key words: multiplex-translating fault; fault wave record; protection unit